

**Industri minyak dan gas bumi - Persyaratan teknis
estimasi dan audit informasi cadangan minyak dan
gas bumi untuk “public disclosure”**

*Petroleum and natural gas industries – Technical
standards for the estimating and auditing of oil and gas
reserve information for public disclosure*



© BSN 2006

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Content

Daftar isi	i	Contents	i
Prakata	iii	Preface.....	iii
1 Ruang lingkup	1	1 Scope	1
2 Acuan normatif	1	2 Normative reference	1
3 Istilah dan definisi	1	3 Term and definition	1
4 Prosedur minimum pelaksanaan	8	4 Minimum procedures for implementation	8
4.1 Menentukan posisi reservoir dalam penampang seismik	8	4.1 Locating reservoir position	8
4.2 Menentukan horison	8	4.2 Determining and plotting horizon	8
4.3 Menentukan kontur puncak struktur	8	4.3 Determining contours of the reservoir top structure	8
4.4 Pemodelan geologi	9	4.4 Constructing geology modelling	9
4.5 Melakukan Analisis kuantitatif log sumuran (<i>Well-logging</i>)	9	4.5 Performing quantitative well- logging analysis	9
4.6 Pemodelan geologi-reservoir	9	4.6 Preparing reservoir geological	
4.7 Menyiapkan data teknis reservoir	10	4.7 Preparing analysis of engineering data	10
4.8 Perhitungan volume hidrokarbon	10	4.8 Calculating hydrocarbon volume	10
4.9 Menentukan faktor perolehan dan cadangan hidrokarbon	10	4.9 Determining recovery factor and hydrocarbon reserve	10
4.10 Penentuan harga pancung reservoir	11	4.10 Reservoir cut-off determination	11
5 Data masukan minimum	11	5 Minimum data requirements	11
5.1 Data seismik	11	5.1 Seismic data	11
5.2 Data log sumuran	12	5.2 Well logging data	12
5.3 Data batuan inti	12	5.3 Core data	12
5.4 Data hasil uji alir	13	5.4 Results of flow test data.....	13
5.5 Data Uji Tekanan	13	5.5 Pressure data	13
5.6 Data sifat fluida	13	5.6 Fluid properties data	13
5.7 Data sejarah produksi	13	5.7 Production history data	13
6 Metode estimasi	13	6 Estimation methods	13
7 Ketidakpastian data	13	7 Data uncertainties	13
7.1 Ketidakpastian yang disebabkan oleh cara pengukuran tidak langsung	14	7.1 Uncertainties caused by indirect data measurement	14
7.2 Ketidakpastian yang disebabkan oleh kesalahan dalam seleksi data	14	7.2 Uncertainties caused by improper data selection.....	14
7.3 Ketidakpastian yang disebabkan faktor alamiah	15	7.3 Uncertainties caused by nature	15
(Lampiran A) Daftar singkatan	16	(Annex A) Abbreviation	16
Bibliografi	17	References.....	17

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) *Industri minyak dan gas bumi - Persyaratan teknis estimasi dan audit informasi cadangan minyak dan gas bumi untuk "public disclosure"*. Cadangan minyak dan gas bumi (migas) tersertifikasi merupakan kebutuhan mendasar dalam industri migas karena berkaitan dengan perhitungan aset perusahaan dan investasi untuk pengembangan lapangan. Sertifikat cadangan dari suatu lapangan juga diperlukan sebagai acuan komersialitas.

Untuk menghindari ketidaksesuaian (over/under estimation) dari hasil sertifikasi cadangan migas yang mengakibatkan kerugian bagi pemilik cadangan migas (negara), maka perlu ditetapkan suatu standar pelaksanaan sertifikasi cadangan yang diakui secara nasional maupun secara internasional

Standar ini telah disepakati dalam konsensus nasional pada tanggal 15 Juni 2005 di Bali yang dihadiri oleh wakil-wakil Pemerintah, produsen, pengguna jasa dan komunitas pakar yang berkepentingan.

Preface

Indonesian National Standard (SNI) *Petroleum and natural gas industries – Technical standards for the estimating and auditing of oil and gas reserve information for public disclosure*. Certified oil and gas reserves are a fundamental requirement in petroleum industry due to their role as a part of company asset and investment in the development of an oil and/or gas field. Reserve certificates are also used for loan purposes required for field developments.

In order to avoid any under-estimation or over-estimation of the certified oil and gas reserves, this in turn may result in unfavorable situation for the reserves' owner. A nationally and internationally recognized standard for reserves certification that is required.

This standard has been agreed and accepted through national consensus dated June 15th, 2005 in Bali, which was attended by representatives from government producer, costumer, and expert panel.

**Industri minyak dan gas bumi -
Persyaratan teknis estimasi dan audit
informasi cadangan minyak dan gas
bumi untuk “public disclosure”**

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan persyaratan teknis estimasi dan audit informasi cadangan migas untuk “public disclosure”.

2 Acuan normatif

Standard Pertaining to the Estimating and Auditing of Oil and Gas Reserve Information, By Joint SPE/WPC, June 2001

Petroleum Reserves Definitions, By Joint SPE/WPC, March 1997

3 Istilah dan definisi

3.1 “public disclosure”

pernyataan untuk kepentingan publik, dimana penanam modal mendapatkan informasi angka cadangan dengan cara pengambilan data, penggunaan data, serta metode penghitungan sesuai standar ini

3.2 sertifikasi cadangan

perhitungan estimasi cadangan berdasarkan prinsip-prinsip rekayasa dan evaluasi yang diterima secara umum, dimana hal ini didasarkan pada prinsip-prinsip dalam ilmu fisika, matematika, kimia, geologi, dan ekonomi

3.3 Archie’s formula

hubungan empiris antara faktor tahanan jenis formasi F , porositas Φ , saturasi air S_w , dan tahanan jenis dalam batuan granul yang bersih

**Petroleum and natural gas
industries – Technical standards
for the estimating and auditing of
oil and gas reserve information for
public disclosure**

1 Scope

These standards determine technical conditions required for oil and gas reserves certification and audit for “public disclosure”

2 Normative reference

Standard Pertaining to the Estimating and Auditing of Oil and Gas Reserve Information, By Joint SPE/WPC, June 2001

Petroleum Reserves Definitions, By Joint SPE/WPC, March 1997

3 Terms and definitions

3.1 public disclosure

official document on oil and gas reserves for the investing public, in which investors will get the information using method of data collection, utilization, and calculation oil and gas reserves as publicly documented in this standard

3.2 reserves certification

reserves estimates study in accordance with generally accepted engineering and evaluation principles, which are in turn based on physical science, mathematics, chemistry, geology, and economics principles

3.3 Archie’s formula

empirical relationships between the formation resistivity factor F , porosity Φ , water saturation S_w , and resistivities in clean granular rocks

$$F = \frac{1}{\phi^m}$$

$$F = \frac{R_o}{R_w}$$

$$\frac{R_o}{R_t} = (S_w)^n$$

dimana:

m = eksponen porositas

R_o = tahanan jenis formasi bila formasi dalam keadaan tersaturasi dengan air formasi (100%)

R_w = tahanan jenis air formasi

R_t = tahanan jenis sebenarnya dari formasi

n = eksponen saturasi

3.4

berat jenis API

unit standar rapat massa minyak yang dikeluarkan oleh *American Petroleum Institute* (API), yang diturunkan dari persamaan berat jenis berikut ini

$$\text{API gravity} = \frac{141,5}{\text{specific gravity}} - 131,5$$

dan dinyatakan dalam satuan derajat API

3.5

akuifer

bagian reservoir yang permeabel yang sepenuhnya mengandung air

3.6

faktor sementasi

faktor yang menyatakan tentang derajat sementasi suatu batuan yang digunakan dalam persamaan yang dinyatakan sebagai eksponen porositas dalam formula Archie untuk relasi antara faktor tahanan jenis formasi dan porositas

3.7

survei check shot

jenis survei seismik pada lubang bor yang dirancang untuk mengukur waktu tempuh seismik dari permukaan ke suatu titik yang di kedalaman yang ditentukan

3.8

log komposit

kombinasi dari log-log sumur 'standar' yang disajikan dalam satu cetakan log

$$F = \frac{1}{\phi^m}$$

$$F = \frac{R_o}{R_w}$$

$$\frac{R_o}{R_t} = (S_w)^n$$

where:

m = porosity exponent

R_o = resistivity of the formation when 100% saturated with formation water

R_w = formation water resistivity

R_t = true resistivity of the formation

n = saturation exponent

3.4

API gravity

a standardized unit of oil density as specified by the American Petroleum Institute (API) which is derived from specific gravity in accordance with the following equation

$$\text{API gravity} = \frac{141.5}{\text{specific gravity}} - 131.5$$

and is expressed in API degree

3.5

aquifer

a water-bearing stratum of permeable rock, sand, or gravel capable of producing water

3.6

cementation factor

a factor defining the degree of the rock cementations. It is used as a rock property defined as the porosity exponent (m) in Archie's formation resistivity factor-porosity relationship

3.7

check-shot survey

a type of borehole seismic survey designed to measure the seismic traveltime from the surface to a known depth

3.8

composite log

a combination of 'standard' open hole well logging presented in one log print

3.9**batuan inti**

percontu batuan dari formasi, diambil selama atau setelah pemboran sumur

3.10**harga pancung (sifat fisik batuan)**

suatu harga yang ditentukan untuk membedakan antara bagian-bagian produktif dan tidak produktif dari suatu formasi

3.11**serbuk bor**

kepingan batuan yang terjadi karena gerusan matabor

3.12**analisis kurva penurunan laju produksi**

suatu analisis kelakuan produksi sebagai akibat proses produksi yang digunakan sebagai metoda prediksi produksi di masa mendatang dan/atau estimasi cadangan

3.13**log induksi 'deep'**

sejenis log induksi listrik yang didisain untuk membaca tahanan jenis formasi, dengan cakupan investigasi yang terjauh dengan tetap mempertahankan resolusi vertikalnya

3.14**laterolog 'deep'**

sejenis log listrik untuk mengukur tahanan jenis formasi yang menggunakan konfigurasi elektroda lateral dengan cakupan investigasi jauh dari *well bore*

3.15**dokumen**

kompilasi yang terdiri dari data, prosedur dan acuan yang digunakan dalam estimasi cadangan untuk sertifikasi

3.16**log listrik**

alat log sumur yang memakai signal listrik untuk mengukur berbagai sifat kelistrikan dari formasi geologi yang dilaluinya termasuk fluida isinya

3.9**core**

rock samples from formation, is obtained during drilling and/or after drilling

3.10**cut-off values (rock physical properties)**

certain values set to distinguish between productive and non-productive parts of a formation

3.11**cutting**

small pieces of rock that break away due to the action of the bit teeth

3.12**decline curve analysis**

the analysis of production behavior as reservoir fluids are withdrawn used as a predictive method for future production and/or reserve estimation

3.13**deep induction log**

a particular type of induction log that was designed to read the formation resistivity deep into the formation while maintaining reasonable vertical resolution

3.14**deep laterolog**

a particular type of electric log tool to measure formation resistivity using a "lateral" electrode configuration with a deeper depth of investigation far enough from the well bore

3.15**document**

a compilation of data, procedures, and references used for reserve estimation for certification

3.16**electric log**

well logging tool which utilizes electric signals to measure various electrical properties of the geologic formations traversed including its contents

3.17

stacking akhir

pemrosesan data seismik dimana seluruh jejak titik refleksi bawah permukaan dijumlahkan dengan tujuan untuk memperoleh kondisi satu refleksi penjalaran gelombang seismik secara vertikal

3.18

rasio gas minyak

rasio antara laju produksi gas dan minyak yang diproduksi ke permukaan dan diukur pada kondisi atmosfer

3.19

log Induksi

rekaman resistivitas formasi berdasarkan prinsip induksi dari arus bolak-balik yang proporsional dengan sifat konduktifitas batuan

3.20

kandungan awal isi gas di tempat

akumulasi gas di tempat pada keadaan awal

3.21

kandungan awal isi minyak di tempat

akumulasi minyak di tempat pada keadaan awal

3.22

log litologi

rekaman yang memperlihatkan litologi batuan sebagai fungsi kedalaman dalam lubang bor

CATATAN

Log ini bisa berupa strip log yang disusun berdasarkan perconto-perconto atau log turunan yang dihasilkan dari hasil log-log lain yang dioperasikan kedalam lubang bor

3.23

log master

plot log sumur yang dibuat berdasarkan analisis serpih bor dan analisis lainnya yang diperoleh selama pemboran sumur

3.24

analisis kesetimbangan material

metoda estimasi cadangan yang menggunakan analisa kelakuan tekanan

3.17

final Stacking

seismic data processing in which all seismic traces of a subsurface reflection point are summed up in order to obtain a vertical seismic wave propagation condition

3.18

gas oil ratio

ratio between gas and oil rates produced onto surface measured at atmospheric condition

3.19

induction Log

a wireline log of formation resistivity based on the principle of inducing alternating current loops in the formation and measuring the resultant signal, which is proportional to the conductivity of the formation, in a receiver

3.20

initial gas in place (IGIP)

gas accumulation at initial condition

3.21

initial oil in place (IOIP)

oil accumulation at initial condition

3.22

lithology log

a log showing lithology as a function of depth in a borehole.

NOTE

Sometimes a strip log based on samples; sometimes a computed log derived from other borehole logs

3.23

master log

well log plot and print of cutting analysis and other analyses obtained during drilling of a well

3.24

material balance analysis

the analysis of pressure behavior as reservoir fluids are withdrawn when

sebagai akibat proses produksi bila data produksi dan tekanan tersedia

CATATAN

Keberhasilan metoda ini memerlukan pengetahuan tentang sifat batuan dan fluida reservoir, karakteristik akuifer, dan tekanan rata-rata reservoir; bila tidak (misalnya dalam kondisi reservoir yang kompleks) maka pemakaian metoda ini sangat mungkin memberikan hasil yang keliru

3.25

migrasi data seismik

migrasi data seismik dimaksudkan sebagai proses untuk memposisikan reflektor-reflektor seismik pada tempat yang benar, disamping untuk memfokuskan kembali gelombang-gelombang yang telah terdispersi

3.26

organisasi

perusahaan atau institusi yang memenuhi ketentuan sesuai SNI 19-7151-2005, *Industri minyak dan gas bumi – Persyaratan perusahaan jasa estimasi dan audit informasi cadangan minyak dan gas bumi untuk "public disclosure"*

3.27

log porositas

alat logging untuk menentukan porositas dari batuan formasi

3.28

referensi/acuan

buku atau makalah yang mengandung informasi berkaitan dengan cadangan minyak dan gas yang dipublikasikan oleh organisasi atau individual yang diakui secara internasional

3.29

repeat formation tester

alat *sampling* sumuran yang dipakai untuk mengambil sampel fluida beserta tekanannya

3.30

cadangan

volume minyak atau gas yang dapat diproduksi di bawah kondisi teknis dan ekonomi tertentu

sufficient production and pressure data are available to determine recovery factor and estimate reserves

NOTE

The success of the analysis requires knowledge of rock and fluid properties, aquifer characteristics, and accurate average reservoir pressures; if otherwise (in a complex situation) the application of this method may provide erroneous results

3.25

seismic data migration

seismic data migration is meant as a process to position seismic reflectors at the right places, as well as to re-focus the waves that have already been dispersed

3.26

organization

company or institution that legally has the right to produce products or services as SNI 19-7151-2005, *Petroleum and natural gas industries – Organizational standards for the estimating and auditing of oil and gas reserve information for public disclosure*

3.27

porosity log

logging tools to determine the porosity of formation rocks

3.28

reference

books or papers containing information related to oil and gas reserves and published by professional organizations or individuals that are recognized internationally

3.29

repeat formation tester

well sampling equipment used to gather fluid samples and its pressure

3.30

reserves

a volume of oil and gas that can be recovered under a certain technical and economical condition

3.31

reservoar

badan batuan bawah permukaan yang berpori dan permeabel yang dapat menyimpan dan mengalirkan fluida

3.32

simulasi reservoar

pemodelan reservoar menggunakan komputer untuk mensimulasikan aliran fluida didalam dan dari reservoar

CATATAN

Simulasi reservoar mencakup karakteristik petrofisik untuk memahami perilaku fluida terhadap waktu yang dikalibrasi dengan penyesuaian data sejarah tekanan dan produksi. Model yang sudah terkalibrasi dipergunakan untuk memprediksi rangkaian skenario seperti, pemboran sumur baru, injeksi fluida atau stimulasi

3.33

batuan inti rotary sidewall

batuan inti yang diperoleh dari dinding lubang sumur dengan cara membor dinding sumur dengan peralatan talibaja atau rangkaian pipa

3.34

eksponen saturasi

faktor empiris yang secara umum menggambarkan tingkat kebasahan dari batuan reservoir

3.35

batuan inti sidewall

batuan inti atau percontohan batuan yang diperoleh dari dinding sumur saat pemboran dengan memakai proyektil kosong yang dapat ditarik atau yang diambil secara mekanis

3.36

analisis khusus batuan inti

setiap pengukuran yang dilakukan pada batuan inti yang bukan merupakan analisa rutin. Analisis khusus batuan inti meliputi sifat reservoar, kelistrikan dan studi petrografi. Sifat reservoar mencakup permeabilitas relatif, kebasahan, dan tekanan kapilaritas. Sifat kelistrikan

3.31

reservoir

a subsurface body of rock having sufficient porosity and permeability to store and transmit fluids

3.32

reservoir simulation

a computer run of a reservoir model over time to examine the flow of fluid within the reservoir and from the reservoir

NOTE

Reservoir simulators are built on reservoir models that include the petrophysical characteristics required to understand the behavior of the fluids over time. Usually, the simulator is calibrated using historic pressure and production data in a process referred to as "history matching." Once the simulator has been successfully calibrated, it is used to predict future reservoir production under a series of potential scenarios, such as drilling new wells, injecting various fluids or stimulation

3.33

rotary sidewall core

rock sample that is extracted from the wall of a wellbore by a drilling with a wireline or pipe conveyed tool

3.34

saturation exponent

an empirical factor which in general depicts reservoir rocks' level of wettability

3.35

sidewall core

a core or rock sample extracted from the wall of a drill hole, either by shooting a retractable hollow projectile, or by mechanically removing a sample

3.36

special core analysis (SCAL)

any measurements made on core plugs or whole core that are not part of routine core analysis. Most special core analysis concerns reservoir properties, electrical properties and petrographic studies. The reservoir properties measured include relative permeability, wettability and

mencakup faktor resistifitas formasi, indeks resistifitas dan kapasitas pertukaran kation. Studi Petrografi dan mineralogi mencakup *Scanning Electron Microscopy*, analisa sayatan tipis, defraksi sinar X, flouresensi sinar X, *elemental chemical analysis*, dan *Fourier transform infrared spectroscopy*

Analisa khusus batuan inti lainnya menyangkut penentuan ukuran butir batuan, karakteristik fluida seperti kekentalan minyak, salinitas air, sifat mekanis seperti kompresibilitas volume pori dan kecepatan gelombang seismik

3.37

berat jenis relatif gas

densitas gas relatif terhadap udara

3.38

log *spontaneous potential*

rekaman perbedaan alamiah tegangan kelistrikan antara elektoda dalam sumur dan referensi elektroda tertentu di permukaan yang dipergunakan untuk mendeteksi lapisan permeabel dan untuk memperkirakan salinitas air formasi serta kandungan lempung dalam formasi

3.39

kurva waktu – kedalaman

plot antara *two-way-time* dan kedalaman. Dipakai untuk mengkonversikan waktu ke kedalaman dan sebaliknya

3.40

tortuosity

derajat 'kelikalikuan' dari sistem pori batuan yang dinyatakan sebagai perbandingan antara jarak pori yang terhubung dengan jarak lurus nya

3.41

***two way time* (TWT)**

Waktu yang dibutuhkan gelombang seismik dari permukaan ke sebuah reflektor (bisa berupa puncak atau dasar reservoir) dan kembali ke permukaan dengan arah tegak lurus terhadap permukaan reflektor

capillary pressure. Electrical properties include resistivity formation factor, resistivity index and cation-exchange capacity. Petrographic and mineralogical studies include scanning electron microscopy, thin-section analysis, X-ray diffraction, X-ray fluorescence, elemental chemical analysis and Fourier transform infrared spectroscopy

Other special core analyses are concerned with grain size determination (by sieve analysis or laser diffraction); characteristics of the fluids, such as oil viscosity and water salinity; and mechanical properties such as pore volume compressibility and seismic velocities

3.37

gas specific gravity

gas density relative to air

3.38

spontaneous potential (SP) log

a log of the natural difference in electrical potential, in millivolts, between an electrode in the borehole and a fixed reference electrode on the surface. The spontaneous potential (SP) log is therefore used to detect permeable beds and to estimate formation water salinity and formation clay content

3.39

time-depth curve

plot between two-way time (TWT) and depth. Used to convert time to depth and vice versa

3.40

tortuosity

degree of 'twistedness' of the rock's pore system expressed as the ratio of the distance between two points by way of the connected pores to the straight-line distance

3.41

***two way time* (TWT)**

Time required by seismic waves to travel from surface to a position of a reflective surface (could be top or bottom of a reservoir) and back to surface in direction normal to the reflective surface

3.42**vertical seismic profiling**

survei seismik yang menggunakan seperangkat geofon yang dipasang secara vertikal pada sebuah sumur pengamatan

3.43**log sumuran**

survei tidak langsung yang melibatkan baik signal-signal alami maupun buatan yang digunakan untuk memperoleh informasi mengenai batuan formasi beserta isinya dan di plot terhadap kedalaman maupun waktu survei

4 Prosedur minimum pelaksanaan

Prosedur untuk melaksanakan sertifikasi agar dapat menjamin hasil sertifikasi cadangan migas yang terpercaya harus mencakup, tetapi tidak terbatas pada:

4.1 Menentukan posisi reservoir dalam penampang seismik, dengan melakukan:

- penentuan kedalaman reservoir dalam data log sumuran;
- pengubahan kedalaman reservoir *time-depth curve* dari hasil *check shot survey* dari skala kaki atau meter ke skala milidetik;
- penentuan pemakaian *peak* atau *trough* untuk mewakili puncak reservoir dari sinyal seismik, dan dapat dipakai seismogram sintetik.

4.2 Menentukan horison dan memplotnya, dengan melakukan:

- penentuan pelamparan horison secara lateral;
- identifikasi adanya patahan yang sebaiknya diselesaikan sebelum proses pengkonturan;
- pengeplotan harga *two-way-time* dari puncak reservoir ke peta lokasi lintasan seismik.

4.3 Menentukan kontur puncak struktur dengan melakukan penggambaran kontur yang mewakili titik-titik dengan kesamaan waktu sehingga dapat mencerminkan penyebaran puncak struktur. Interval kontur

3.42**vertical seismic profiling (VSP)**

seismic survey that uses a set of geophones attached in series vertically in an observatory well

3.43**well-logging**

well-based indirect survey, involving natural and artificial signals, from which information about formation rocks and their contents are derived and plotted versus depth or time

4 Minimum procedures for implementation

Procedures for the implementation of reserve certification that guarantees reliable certified oil and gas reserves shall cover but not limited to:

4.1 Locating reservoir position on seismic cross-section through:

- determination of reservoir depth using well-log data;
- conversion of reservoir 'time-depth curve' from check shot survey from foot-or meter-scale to millisecond-scale;
- determination of the use of either 'peak' or 'trough' in the seismic signal to represent reservoir crest.

4.2 Determining and plotting horizon through:

- determination of lateral extent;
- fault identification, which is suggested to be carried out before contouring process;
- plot of two-way-time (TWT) values from reservoir crest onto seismic line's location map.

4.3 Determining contours of the reservoir top structure through contour lining of points with the same time values enabling the illustration of the top structure's lateral extent. Contour

dapat diambil lima atau sepuluh milidetik sesuai keperluan.

4.4 Mendesain pemodelan geologi, dengan melakukan:

- identifikasi, evaluasi, analisis fasies dan lingkungan pengendapan batuan reservoir;
- identifikasi, evaluasi, dan analisis struktur geologi lapangan migas;
- analisis terintegrasi atas diagenesa dan lingkungan pengendapan untuk penilaian kualitas batuan reservoir;
- pembuatan korelasi struktur dan stratigrafi;
- dengan panduan model lingkungan pengendapan dilakukan pembuatan peta geologi bawah permukaan/peta *isopach* yaitu ketebalan kotor dan ketebalan bersih.

4.5 Melakukan analisis kuantitatif log sumuran, dengan menentukan:

- zonasi reservoir;
- pemilihan data pendukung yang berupa *tortuosity*, *cementation factor*, *saturation exponent*, tahanan spesifik air formasi dan lain-lain sifat-sifat fisik fluida dan matriks batuan;
- model litologi batuan reservoir dengan memperhatikan deskripsi *cutting* dan perconton batuan;
- validasi kelayakan hasil analisis berdasarkan keberadaan data;
- menentukan harga pancung;
- menentukan batas kontak fluida apabila ada;
- pemisahan zona-zona produktif dan tidak produktif.

4.6 Menyiapkan pemodelan geologi-reservoir, dengan melakukan pemetaan reservoir (ketebalan zona hidrokarbon produktif, iso-porositas, iso-permeabilitas, dan iso-saturasi air).

CATATAN

- Pendekatan deterministik memberikan satu model yang dianggap paling terpercaya. Pendekatan ini dilakukan jika keberadaan

interval may be either five or ten millisecond as required.

4.4 Constructing geological model through:

- identification, evaluation, and analysis of the reservoir rocks' facies and depositional environment;
- identification, evaluation, and analysis of the field's geological structure;
- integrated analysis on diagenesis and depositional environment for the purpose of describing quality of the reservoir rocks;
- development of structural and stratigraphical correlations;
- development of geological maps (gross interval and gross sand) guided by the accepted depositional environment model.

4.5 Performing quantitative well-logging analysis through:

- reservoir zonation;
- selection of the most representative support data such as tortuosity, cementation factor, saturation exponent, formation water resistivity, and other reservoir fluid and rock matrix properties;
- selection of the most appropriate lithology, porosity, shale contents, water saturation, and permeability models for the reservoir of interest;
- validation of results based on data availability;
- selection of cut-off parameters;
- determination of fluid contacts when present;
- division between productive and non-productive zones.

4.6 Preparing reservoir geological model through reservoir mapping (hydrocarbon net thickness, iso-porosity, iso-permeability, and iso-water saturation).

NOTES

- Deterministic approach provides a single model that is considered as the most reliable. This approach is taken in the

data dapat dianggap cukup lengkap (misal: sebuah lapangan yang telah memiliki cukup sumur, sejarah produksi, serta data lainnya).

- Pendekatan probabilistik (misalnya simulasi Monte Carlo dan geostatistik) memberikan serangkaian alternatif model-model reservoir. Pendekatan ini dilakukan jika memang keberadaan data terbatas (misal: lapangan baru dengan satu atau dua sumur, atau sebuah lapangan tua dengan dokumentasi data yang buruk). Pendekatan ini juga bisa diambil untuk sebuah studi yang membutuhkan berbagai model alternatif.

4.7 Menyiapkan analisis data teknik reservoir, dengan melakukan:

- a) penentuan tekanan awal reservoir dari hasil survei tekanan dan temperatur;
- b) pengkajian sifat tekanan, volume, dan temperatur fluida reservoir yang berasal dari baik pengukuran langsung di laboratorium, penerapan korelasi yang sesuai, maupun sumber lain yang dapat dijelaskan secara ilmiah;
- c) penyiapan data produksi sumuran (tekanan dan laju produksi) jika lapangan yang bersangkutan telah diproduksi;
- d) analisis uji tekanan sumur apabila data tersedia.

4.8 Perhitungan volume minyak di tempat dan gas ditempat.

4.9 Menentukan faktor perolehan dan cadangan hidrokarbon dengan menggunakan metode:

- a) pendekatan analogi;
- b) analisis kesetimbangan material;
- c) analisis kurva penurunan laju produksi;
- d) simulasi reservoir.

didasarkan atas keberadaan dan kesahihan data.

CATATAN

- Pemilihan salah satu metode di atas disesuaikan dengan kebutuhan serta keberadaan data dan informasi saat dilakukan sertifikasi cadangan. Pemilihan metoda harus didasari oleh tujuan untuk

case of high degree of data availability (e.g. relatively mature reservoirs) or small fields with few wells.

- Probabilistic approach (e.g. Monte Carlo and geostatistics methods) provides a set of reservoir models. This approach is taken in the case of lower degree of data availability (e.g. a new discovery with one or two wells only or a mature field with poorly documented data). This approach may also be taken for a comparative study using various alternative reservoir models.

4.7 Preparing analysis of reservoir engineering data through:

- a) determination of initial reservoir pressure from pressure and temperature survey;
- b) analysis on reservoir fluids' pressure, volume, and temperature (PVT) characteristics, which are obtained from direct laboratory measurements, appropriate mathematical correlations, or other sources that can be justified scientifically;
- c) preparation of production history if the field has been put on production;
- d) well test analysis data if available.

4.8 Calculating initial oil/gas in place (IOIP/IGIP).

4.9 Determining recovery factor and oil/gas reserves using:

- a) analogical approach;
- b) material balance analysis;
- c) decline curve analysis;
- d) reservoir simulation.

based on data availability and reliability.

NOTE

- The choice among the above methods is governed by requirement and data availability, as well as reliability, at time of the reserve certification. Decision to use a method shall be under consideration

mendapatkan estimasi faktor perolehan hidrokarbon dengan tingkat kepercayaan yang tertinggi. Evaluator harus sadar akan kekurangan dan kelebihan, serta syarat-syarat yang harus dipenuhi, masing-masing metode.

- Pelaksanaan metode-metode di atas dapat dilakukan melalui baik pendekatan probabilistik maupun deterministik. Keluaran dari pendekatan probabilistik adalah P10 (probabilitas 10%), P50 (probabilitas 50%), dan P90 (probabilitas 90%), sedangkan keluaran dari pendekatan deterministik adalah status cadangan proved, probable, dan possible. Istilah-istilah berkenaan dengan cadangan yang disebutkan di atas adalah sesuai dengan definisi-definisi yang direkomendasikan oleh SPE/WPC.

KETERANGAN

- Jika pelaksanaan sertifikasi cadangan migas menggunakan pendekatan *decline curve analysis*, tahapan pada butir 4.1 sampai 4.7 tidak diperlukan.
- Jika pelaksanaan sertifikasi cadangan migas menggunakan pendekatan *material balance analysis*, tahapan pada butir 4.1 sampai 4.6 tidak diperlukan.

4.10 Dalam melakukan evaluasi cadangan, penentuan harga pancung harus mempertimbangkan aspek-aspek keekonomian dan regulasi yang ditetapkan pemerintah.

5 Data masukan minimum

Organisasi harus memastikan kecukupan data yang diperlukan untuk melakukan sertifikasi cadangan migas. Data tersebut mencakup, tetapi tidak terbatas pada:

5.1 Data seismik mencakup:

- tersedia lintasan penampang seismik secukupnya;
- skala penampang vertikal seismik sesuai kebutuhan;
- tersedia peta lokasi lintasan dengan skala yang sesuai;
- tersedia data survei "*check shot*" atau survei "*vertical seismic profiling*";
- tersedia *composite log* sumuran;
- data seismik yang dipakai sudah

obtaining reserves with highest level of reliability. Reserves evaluators must be aware of limitations and required conditions for the validity of each method.

- Implementation of the above methods can be performed through either deterministic or probabilistic approach. Outputs of the deterministic approach are reserves status of 'proved (P1)', 'probable (P2)', and 'possible (P3)', whereas the probabilistic approach yields P10 (10% probability), P50 (50% probability), and P90 (90% probability). All terms for the reserves estimates stated above are in accordance with definitions recommended by SPE/WPC

NOTE

- If decline curve method is chosen, steps covered in sub-sections 4.1 through 4.7 are not required.
- If material balance method is chosen, steps covered in sub-sections 4.1 through 4.6 are not required.

4.10 In performing reserve evaluation, selection of cut-off values shall consider economic aspects and government regulations.

5 Minimum data requirements

Organization has to ensure that data sufficiency required for implementing a proper oil/gas reserve certification is met. The data shall cover, but is not limited to:

5.1 Seismic data that cover:

- sufficient seismic lines;
- vertical seismic cross-section at sufficient scale;
- base map at appropriate scale;
- check shot survey or vertical seismic profiling (VSP) survey;
- composite well-log data
- seismic data that has undergone final stacking and migration processes;

mengalami proses *final stacking* dan migrasi;

- g) tersedia paling sedikit satu sumur temuan dengan log akustik dan log densitas.

CATATAN

- Jika pelaksanaan sertifikasi cadangan migas dilakukan pada lapangan yang tidak mempunyai data seismik, maka dapat digunakan data dari beberapa sumur yang dapat menggambarkan dengan baik struktur lapangan tersebut.
- Kecukupan data dari sumur ditentukan oleh penilaian profesional dari seorang ahli geologi.
- Kerapatan sumur dapat mempengaruhi kecukupan data.

5.2 Data Log Sumuran yang mencakup:

- a) tersedia satu jenis *porosity log*, baik *porosity log* akustik, log densitas, maupun log neutron. Log listrik meskipun secara teoritis dapat digunakan tetapi tidak layak untuk estimasi porositas;
- b) tersedia satu jenis log *lithology*, sebagai contoh log *Spontaneous Potensial*;
- c) tersedia log listrik seperti log "*resistivity deep*" atau log induksi "*deep*";
- d) tersedia log *master* dan data serbuk bor.

5.3 Data dari batuan inti yang mencakup:

- a) tersedia paling tidak batuan inti *sidewall* (*rotary sidewall core* akan lebih baik jika ada);
- b) data petrofisika dasar porositas, permeabilitas, dan rapat massa matriks batuan secara representatif dari percontohan untuk reservoir yang bersangkutan;
- c) data *special core analysis* seperti permeabilitas relatif, tekanan kapiler, *tortuosity*, *cementation factor*, dan *saturation exponent* (n) secara representatif dari percontohan untuk reservoir yang bersangkutan;
- d) tersedia data hasil analisis petrografi dan deskripsi visual.

- g) at least one discovery well with acoustic and density logs.

NOTES

- If the certification is for a field that has no seismic data, data from some existing wells usable for defining the structure's shape and size may be utilized.
- Sufficiency of well data is determined by a geologist's professional judgment.
- Well spacing and density may determine data sufficiency.

5.2 Well-log data that at least cover:

- a) one porosity log, be it acoustic, density, or neutron. Although possible theoretically, electric log should not be used for porosity estimation;
- b) one lithology log. Spontaneous potential (SP) log is an example;
- c) deep device electric log such as deep resistivity log or deep induction log;
- d) master log and drill cutting report.

5.3 Core-derived data that at least cover:

- a) sidewall core (preferably rotary sidewall core);
- b) basic petrophysics data such as porosity, permeability, and grain density that are considered representative for the reservoir of interest;
- c) representative support data from special core analysis such as relative permeability, capillary pressure, tortuosity, cementation factor, and saturation exponent;
- d) petrography and visual description data.

CATATAN

Jika tidak terdapat data *special core analysis*, data hipotetis pengganti harus dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

5.4 Data hasil uji alir (*flow test*)

Data uji kandung dan uji alir lapisan (*RFT, DST, Production Prolonged Test*).

5.5 Data tekanan

Data sejarah tekanan reservoir yang diperoleh dari uji tekanan (*RFT, DST, MDT, PBU*).

5.6 Data sifat fluida

Data sifat fluida seperti berat jenis *API*, rasio gas minyak untuk reservoir minyak, berat jenis relatif gas, komposisi gas, dan salinitas air formasi.

5.7 Data sejarah produksi

Data sejarah produksi jika lapangan yang bersangkutan telah memasuki tahap produksi.

6 Metode estimasi

Metode untuk perhitungan/estimasi dan parameter yang diperlukan dalam estimasi atau sertifikasi cadangan ditentukan berdasarkan tersedianya data yang memenuhi kelayakan teknis maupun pemakaian faktor-faktor ekonomi serta peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

Metode yang digunakan minimal telah dipublikasikan dan diakui oleh lembaga atau organisasi profesional internasional (seperti *Society of Petroleum Engineers (SPE)* dan *World Petroleum Congress (WPC)*).

7 Ketidakpastian data

Organisasi harus memiliki kebijakan dan prosedur untuk mengurangi ketidakpastian yang terjadi pada pelaksanaan sertifikasi cadangan migas.

NOTES

In the case of special core analysis data are absent; the replacing hypothetical data has to be scientifically justified.

5.4 Flow test results data

Results of several flow test types (*RFT, DST, Production Prolonged Test*).

5.5 Pressure data

Historical reservoir pressure data obtained from pressure surveys (*RFT, DST, MDT, PBU*).

5.6 Fluid properties data

Fluid properties data such as *API* gravity, gas oil ratio, gas specific gravity, gas composition, and formation water salinity.

5.7 Production history data

Production history if the field is in the status of production.

6 Estimation methods

Methods for the calculation/ estimation and parameter needed in the estimation or certification shall be selected based on availability of technically feasible data and appropriate economic factors as well as government regulations.

Method used at least has been published by international professional organization or institution (such as *Society of Petroleum Engineers (SPE)* and *World Petroleum Congress (WPC)*).

7 Data uncertainties

Organization has to exercise policy and procedure for reducing data uncertainties that may result in unreliable reserve estimates.

Kebutuhan minimum bagi pengurangan tingkat ketidakpastian dapat berupa, tetapi tidak terbatas pada:

7.1 Ketidakpastian yang disebabkan oleh cara pengukuran tidak langsung:

a) interpretasi seismik;

- jarak antar lintasan harus disesuaikan dengan ukuran lapangan, semakin rapat semakin baik;
- untuk lapisan lapisan reservoir tipis perlu dilakukan pemrosesan dan interpretasi seismik secara lebih seksama.

b) analisis log sumuran;

- preparasi dan koreksi untuk menjamin kualitas data masukan yang digunakan;
- menggunakan data uji alir (atau data uji lainnya seperti data *capillary pressure*, data *relative permeability*) sebagai acuan dalam uji validitas hasil estimasi saturasi air;
- menggunakan data analisis perconton batuan sebagai acuan dalam uji validitas hasil estimasi porositas dan permeabilitas paling tidak pada satu sumur kunci;
- penentuan model litologi didasarkan pada hasil deskripsi dari batuan inti dan atau *cutting* pemboran;
- pemilihan harga salinitas air formasi didasarkan pada *cross-check* antara data laboratorium dan data log sumuran;
- pemilihan harga *tortuosity*, *cementation factor*, dan *saturation exponent* didasarkan pada *cross-check* antara data laboratorium dan data log sumuran.

c) analisis uji tekanan sumur

Hasil interpretasi untuk mendapatkan data permeabilitas dan *flow barrier* diintegrasikan dengan sumber informasi lain dari kajian geologi dan geofisika.

Minimum requirement for uncertainty reduction must cover, but is not limited to:

7.1 Uncertainties caused by indirect measurements:

a) seismic interpretation;

- interline spacing has to be sufficient for the field's size. The shorter the better;
- for thin reservoir layers, a more careful seismic processing and interpretation is required.

b) well-log analysis;

- preparation and correction to ensure the quality of input data;
- use of flow test results (or other sources of information such as capillary pressure data, relative permeability data) for validity testing on water saturation estimates;
- core data for validity testing on porosity and permeability estimates in at least one key well;
- lithology model is justified by core or cutting descriptions;
- formation water salinity cross-checks between laboratory- and log-derived values;
- tortuosity, cementation factor, and saturation exponent cross-checks between laboratory- and log-derived values.

c) well test analysis;

Interpretation results such as permeability and identification of flow barrier are integrated to the geological and geophysical analyses.

7.2 Ketidakpastian yang disebabkan oleh kesalahan dalam seleksi data:

- a) data fluida
penggunaan data tekanan, volume, dan temperatur harus representatif untuk reservoir yang sedang dikaji meskipun diperoleh dari lapangan / reservoir lain. Justifikasi didasarkan pada kajian geologi yang terpercaya;
- b) penentuan harga pancung petrofisika

Pemilihan harga pancung ditentukan dengan mempertimbangkan aspek petrofisika dari batuan reservoir ini sendiri, kondisi operasional lapangan dan keekonomian. Juga regulasi pemerintah yang berkaitan dengan lingkungan perlu diperhatikan.

7.3 Ketidakpastian yang disebabkan faktor alamiah

Penentuan mekanisme pendorong yang dominan pada suatu reservoir dilandasi oleh kajian atas faktor-faktor konfigurasi reservoir, gambaran geologi regional, dan sejarah produksi (jika ada).

7.2 Uncertainties caused by improper data selection:

- a) fluid data
PVT and water salinity data used should represent the reservoir of interest. Justification has to include reliable geological evaluation;
- b) determination of petrophysical cut-off values;

Selection of cut-off values shall take into consideration the petrophysical aspects of the certified reservoir, field operational condition, and economics. Also, the government regulation linked to environmental issues shall be observed.

7.3 Uncertainties caused by nature

Determination of reservoir predominant driving mechanism has to be based on evaluation on factors such as reservoir configuration, regional geological setting, and production history (if any).

**Lampiran A
Annex A**

(informatif)

**Daftar singkatan
(Abreviation)**



API	: <i>American Petroleum Institute</i>
DST	: <i>Drill Steam Test</i>
GOR	: <i>Gas Oil Ratio</i>
IGIP	: <i>Initial Gas In Place</i>
IOIP	: <i>Initial Oil In Place</i>
MDT	: <i>Moduller Formation Dynamic Tester</i>
PBU	: <i>Pressure Build Up</i>
PVT	: <i>Pressure-Volume-Temperature</i>
RFT	: <i>Repeat Formation Tester</i>
SCAL	: <i>Special Core Analysis Laboratory</i>
SP	: <i>Spontaneous Potential</i>
SPE	: <i>Society of Petroleum Engineers</i>
TWT	: <i>Two Way Time</i>
VSP	: <i>Vertical seismic Profiling</i>
WPC	: <i>World Petroleum Congress</i>

Bibliografi
(Reference)

Glossary by Society of Petrophysicist & Well Logging Analyst
http://www.spwla.org/library_info/glossary/reference/glosse/glosse.htm#electrode, status
Tahun 2004

Oilfield Glossary by Schlumberger <http://www.glossary.oilfield.slb.com/> status Tahun 2004









BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id